

МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ И ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА АВТОМАТИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Настройка и поверка измерительного преобразователя “Сапфир-22”

Методические указания к выполнению лабораторной работы
для студентов специальности 210200, 270300, 270500, 270800, 270900, 271100

Санкт-Петербург, 2000

УДК 621.3.089

Усачев Ю.А.,Замарашкина В.Н. Настройка и поверка измерительного преобразователя Сапфир-22. Методические указания к выполнению лабораторной работы для студентов специальностей 210200,270300, 270500, 270800, 270900, 271100.- СПб.:СПбГУНиПТ,2000.- с.

Рецензент

К.т.н.,доцент

Н.А.Афанасьева

Одобрено к изданию Советом факультета техники пищевых производств

Санкт-Петербургский государственный
Университет низкотемпературных и
пищевых технологий

Цель работы: изучить устройство, принцип действия, правила поверки и перенастройки измерительного преобразователя “Сапфир-22”.

Технические характеристики и краткое описание преобразователя

Преобразователи типа “Сапфир-22” (в настоящее время выпускаются под маркой “Метран”) используются в системах автоматики для непрерывного преобразования измеряемого разряжения, избыточного, абсолютного, гидростатического давления, а также разности давлений нейтральных и агрессивных сред в унифицированные пропорциональные электрические сигналы постоянного тока 0-5 мА, 0-20 мА, 4-20 мА.

В настоящее время выпускается 21 модель преобразователя, обеспечивая очень широкий диапазон возможных значений измеряемого давления. В данной работе рассматривается преобразователь для измерения избыточного давления “Сапфир-22ДИ”.

Преобразователи избыточного давления выпускаются десяти моделей и позволяют измерять давление в пределах от 250 Па до 100 МПа. Каждая модель преобразователя имеет регулировку диапазона измерений и прибор может быть настроен на любой из верхних пределов измерений, свойственных для данной модели. Нижний предел измерения может быть равен нулю, но при необходимости имеется возможность перенастроить преобразователь на смещенный диапазон измерений с установкой начального предельного значения выходного сигнала («нуля») в пределах до избыточного давления $0,84 P_{\max}$.

В данной работе исследуется преобразователь избыточного давления модели 2150. Ниже приведены основные технические характеристики этой модели.

Верхние пределы измерения преобразователя составляют 0,4; 0,6; 1,0; 1,6; 2,5 Мпа.

Предел допускаемой основной погрешности исследуемого преобразователя $\Delta_d = 0,25 \%$ от нормирующего значения. За нормирующее значение преобразователей “ДИ” принимается верхний предел измерения входного давления. После перенастройки преобразователя на любой верхний предел измерений, предусмотренный для данной модели, основная погрешность измерения и вариация выходного сигнала не превышают значений, соответствующих избранному пределу.

Вариация выходного сигнала преобразователя не превышает абсолютного значения предела измерения допускаемой основной погрешности Δ_d .

Зона нечувствительности преобразователя не превышает 0,05 % от диапазона измерений.

Кроме этого, для преобразователя нормируются дополнительные погрешности, связанные с измерением температуры окружающей среды и нагрузочного сопротивления преобразователя:

- изменение значения выходного сигнала преобразователя, вызванное изменением нагрузочного сопротивления от 200 до 2500 Ом, не превышает 0,25% диапазона изменения выходного сигнала;

- изменение значения выходного сигнала преобразователя, вызванное изменением температуры окружающей среды в рабочем диапазоне температур, выраженное в процентах от диапазона изменения выходного сигнала на каждые 10 оС не превышает значений, определяемых формулой

$$\gamma_t = 0,7 \cdot \gamma + 0,3 \cdot \gamma \frac{P_{\max}}{P_t},$$

где $\gamma=0,25\%$; P_{\max} – максимальный верхний предел измерений для данной модели преобразователя; P_t – действительное значение верхнего предела измерений.

Преобразователь «Сапфир-22ДИ» выполнен в виде единой конструкции, содержащей измерительный блок и электронное устройство (унифицированное для всех моделей) [1,2]. Измеряемое давление подается в камеру измерительного блока и линейно преобразуется в деформацию чувствительного элемента и изменение электрического сопротивления тензорезисторов тензопреобразователя, размещенного в измерительном блоке. Электронное устройство преобразует это изменение сопротивления в унифицированный выходной сигнал.

Чувствительным элементом тензопреобразователя является пластина из монокристаллического сапфира с кремниевыми пленочными тензорезисторами, прочно соединенными с металлической мембраной тензопреобразователя. На рис.1 представлена схема измерительного преобразователя модели 2150. Мембранный тензопреобразователь 3 размещен внутри основания 9. Внутренняя полость тензопреобразователя заполнена кремнийорганической жидкостью и отделена от измеряемой среды металлической гофрированной мембраной 6, приваренной по наружному контуру к основанию 9. Полость 10 сообщается с окружающей атмосферой. Измеряемое давление подается в камеру фланца 5, который уплотнен прокладкой 8.

Измеряемое давление воздействует на разделительную мембрану 6 и вызывает ее прогиб. Давление через жидкость передается на мембрану тензопреобразователя, вызывая ее деформацию и изменение сопротивления тензорезисторов. Электрический сигнал от тензопреобразователя передается из измерительного блока 1 по проводам через гермовывод 2.

Электронное устройство смонтировано на трех платах, размещенных внутри специального корпуса, закрытого двумя крышками. Под крышками находятся органы настройки диапазона преобразователя, показанные на рис. 2. Корректоры 1 и 2 служат для плавной настройки соответственно

диапазона измерения и «нуля» выходного сигнала. Перемычка 3 предназначена для ступенчатого смещения «нуля», перемычка 4 – для ступенчатого изменения настройки выходного сигнала, а перемычки 5 и 6 – для изменения направления смещения «нуля».

Питание прибора осуществляется постоянным током $36 \pm 0,72$ В. Нагрузочное сопротивление $R_n = 0,2 \div 2,5$ кОм. Потребляемая мощность преобразователя – не более 0,5 В А.

Поверка преобразователя «Сапфир-22ДИ»

Поверка преобразователя должна производиться в соответствии с методическими указаниями завода-изготовителя МИ 333-83 [3].

Поверка включает в себя следующие операции:

1. Внешний осмотр.
2. Опробование.
3. Определение герметичности.
4. Определение основной погрешности и вариации выходного сигнала.

Внешний осмотр. При проведении внешнего осмотра выявляется имеет ли поверяемый преобразователь внешние повреждения, препятствующие его применению.

Опробование. При проведении опробования проверяется работоспособность преобразователя и функционирование корректора нуля. Работоспособность преобразователя проверяется путем изменения измеряемого давления от нижнего предельного значения до верхнего. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала.

Функционирование корректора нуля проверяется при любом значении измеряемого давления. При повороте корректора нуля по часовой стрелке должно наблюдаться изменение выходного сигнала. Если затем корректор нуля повернуть против часовой стрелки должно происходить изменение выходного сигнала в другую сторону.

Определение герметичности. Герметичность преобразователя проверяется при подаче в его измерительную камеру избыточного давления, равного верхнему пределу измерений. Прибор считается герметичным, если после перекрытия канала, подводящего давление, и трехминутной выдержки под этим давлением, в течение последующих двух минут не наблюдается изменение выходного сигнала.

Определение основной погрешности и вариации преобразователя.

Одним из предлагаемых в методических указаниях способов определения основной погрешности преобразователя является способ, при котором по образцовому прибору на входе преобразователя устанавливают нужное значение измеряемого параметра, а по другому образцовому прибору измеряют выходной сигнал преобразователя (в мА или в мВ).

Схема включения образцового прибора (образцового манометра) при поверке представлена на рис. 3.

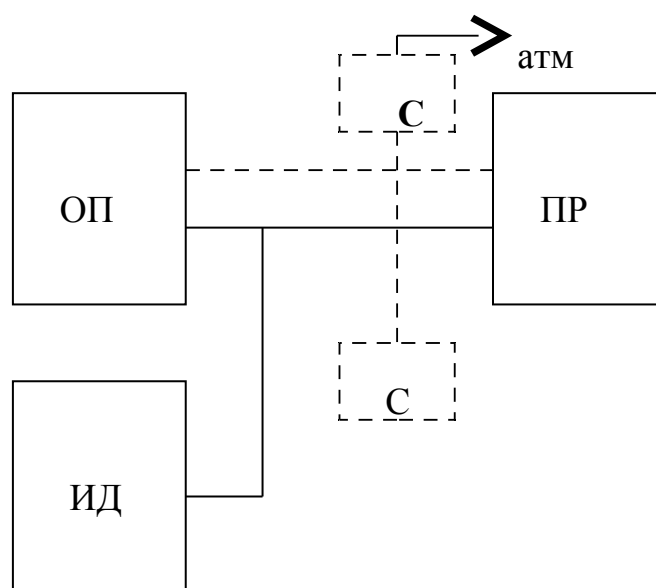


Рис.3. Схема подключения образцового прибора : ПР-поверяемый преобразователь, ОП-образцовый прибор, ИД-источник давления, С-дополнительные емкости объемом от 1 до 50 л

Схемы включения приборов для измерения выходного сигнала преобразователя с пределами изменения выходного сигнала 0-5 мА приведены на рис. 4 и 5. Различие этих схем заключается в том, что использование схемы рис.4 позволяет измерять выходной сигнал в мВ по падению напряжения на образцовом сопротивлении R2, а в схеме рис.5 выходной параметр измеряется непосредственно в мА по показаниям миллиамперметра.

При выборе образцового прибора для поверки должно быть соблюдено неравенство

$$\left(\frac{\Delta P}{P_{\max}} + \frac{\Delta I}{I_{\max}} \right) \cdot 100 \leq \frac{1}{4} \cdot \Delta_{\alpha} \quad (1)$$

или

$$\left(\frac{\Delta P}{P_{\max}} + \frac{\Delta U}{U_{\max}} + \frac{\Delta R}{R_{\text{об}}} \right) \cdot 100 \leq \frac{1}{4} \cdot \Delta_{\alpha} \quad (2)$$

где ΔP , ΔI , ΔU , ΔR - пределы допустимых абсолютных значений погрешностей соответственно образцового манометра, миллиамперметра, милливольтметра и образцового сопротивления ; P_{\max} , I_{\max} , $U_{\max}=I_{\max} \cdot R_{\text{об}}$, $R_{\text{об}}$ - значения давления, тока, напряжения и образцового сопротивления соответствующие верхнему пределу контролируемого параметра.

Основная погрешность преобразователя находится сравнением действительного значения выходного сигнала с его расчетным значением. Расчетное значение выходного параметра для заданного значения измеряемого давления находится по следующей формуле:

$$I_p = \frac{P}{P_{\max}} \cdot I_{\max} , \quad (3)$$

где P – значение измеряемого давления.

Расчетное значение выходного сигнала, выраженное в напряжении постоянного тока, определяется по формуле:

$$U_p = I_p \cdot R_{об} .$$

Основная погрешность определяется не менее чем в пяти точках шкалы , достаточно равномерно распределенных по ней , в том числе в точках, соответствующих нижнему и верхнему предельным значениям выходного сигнала, при подходе к каждой точке как при подъеме давления, так при его понижении (т.е. при прямом и обратном ходе). Перед проверкой при обратном ходе преобразователь выдерживается в течение 5 мин под воздействием верхнего предельного значения измеряемого давления, соответствующего предельному значению сигнала. При вычислении основной погрешности пользуются формулой

$$\Delta_{\partial} = \frac{I - I_p}{I_{\max}} \cdot 100 \quad (4)$$

или

$$\Delta_{\partial} = \frac{U - U_p}{U_{\max}} \cdot 100 , \quad (5)$$

где I, U – действительное значение выходного сигнала (среднее арифметическое действительных значений выходного сигнала при многократных измерениях) при измерении на выходе соответственно тока или падения напряжения на образцовом сопротивлении.

Вариация выходного сигнала определяется как разность между значениями выходного сигнала (при многократных измерениях между средними арифметическими значениями) соответствующими одному и тому же значению измеряемого давления, полученными при прямом и обратном ходе. Для вычисления вариации (в процентах от нормирующего значения) пользуются формулой

$$\Delta_{\varepsilon} = \left| \frac{I - I'}{I_{\max}} \right| \cdot 100 \quad (6)$$

или

$$\Delta_{\varepsilon} = \left| \frac{U - U'}{U_{\max}} \right| \cdot 100 \quad (7)$$

где I, I', U, U' - действительные значения выходного сигнала (средние арифметические действительных значений выходного сигнала при многократных измерениях) на одной и той же точке при изменении на выходе тока или напряжения при прямом и обратном ходе соответственно.

Настройка преобразователя

Перенастройка преобразователя на новый диапазон измерений или смещение «нуля» выходного сигнала производится с помощью элементов ступенчатой и плавной настройки - переключателей 3-6 и корректоров 1 и 2 (рис.2). Ориентировочные положения переключателей и соответствующие им значения диапазона измерения и смещения «нуля» выходного сигнала преобразователя приведены в табл.1.

Изменение положения переключателя 3, определяющей положение «нуля» выходного сигнала, приводит к параллельному смещению градуировочной характеристики преобразователя (рис.6 характеристики 2 и 3) относительно первоначального положения (рис.6 характеристика 1) при сохранении неизменным диапазона измерения прибора. Величина смещения (P_1 и P_2 на рис.6) зависит от номера положения переключателя и может колебаться от -10% до 90% от наибольшего диапазона измерения преобразователя.

Изменение положения переключателя 4, отвечающей за диапазон измерения преобразователя приводит к изменению наклона градуировочной характеристики прибора (рис.7 характеристики 2 и 3) относительно ее первоначального положения (рис.7 характеристика 1) при неизменном положении «нуля» выходного сигнала. Минимальный диапазон измерения составляет 16% от наибольшего диапазона измерения данной модели.

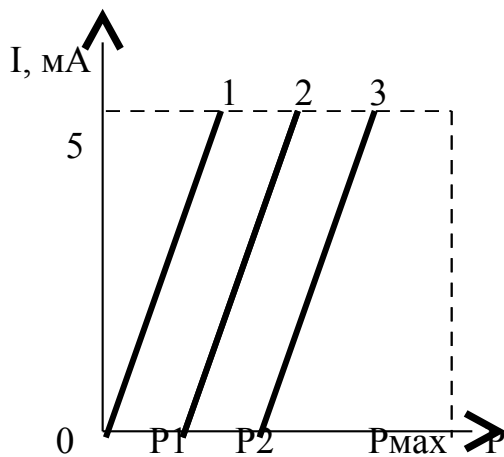


Рис.6. Настройка «нуля» выходного сигнала преобразователя

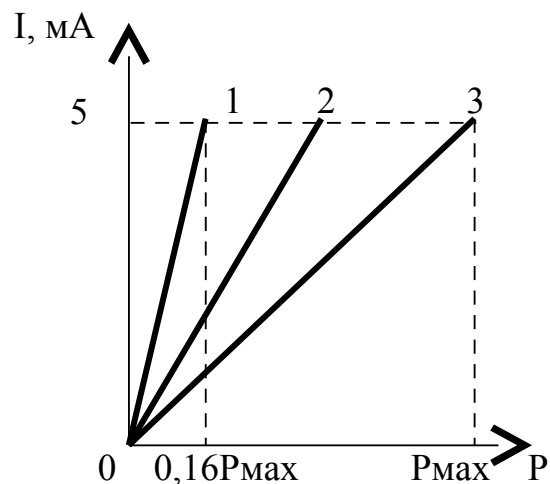


Рис.7. Настройка диапазона измерения преобразователя

Настройка преобразователя производится следующим образом.

1. Освободить доступ к корректору «нуля» (поз.2 рис.2) и корректору диапазона (поз.1 рис.2).

2. Собрать одну из схем включения преобразователя, приведенных на рис. 4 или 5.

3. Снять крышку и установить в соответствии с выбранными по табл.1 значениями диапазона измерений и смещения «нуля» положения перемычек 3-6 (рис.2).

4. Установить значение выходного сигнала преобразователя, соответствующее нижнему предельному значению измеряемого давления. Для этого необходимо подать в преобразователь давление, равное нижнему предельному значению, и установить с помощью корректора «нуля» 2 соответствующее ему значение выходного сигнала. Если корректор «нуля» не обеспечивает достижения заданного значения выходного сигнала, нужно поменять положение перемычки 3 на соответствующее соседнее, отключив на это время питание.

5. Настроить диапазон изменения выходного сигнала, для чего увеличить измеряемое давление до верхнего предельного значения и установить с помощью корректора диапазона 1 соответствующее ему предельное значение выходного сигнала преобразователя. Если корректор диапазона 1 не обеспечивает достижение заданного диапазона изменения выходного сигнала, поменять положение перемычки 5 на соответствующее соседнее, отключив на это время питание.

6. Уменьшите измеряемое давление до нижнего предельного значения и с помощью корректора «нуля» вновь установите заданное значение выходного сигнала, соответствующее этому давлению.

7. Выполните операции по пп. 4-6 несколько раз, пока предельные значения выходного сигнала не будут установлены с требуемой точностью. При нижнем и верхнем предельных значениях измеряемого параметра значения выходного сигнала должны быть равными соответствующим предельным значениям

Например, при смещении положения «нуля» выходного сигнала на минус 10 % от P_{max} и диапазоне измерения, равном 100 % от P_{max} модели перемычки 3-6 согласно табл 1 должны находиться в положениях : перемычка 3 – положение 1, перемычка 4 – положение 6, перемычка 5 - положение AA и перемычка 6 – положение BB. При этом точкам $-10\%P_{max}$ и $+90\%P_{max}$ должны соответствовать значения выходного сигнала 0 и 5 мА. Первоначальная (1) и смещенная (2) характеристики преобразователя представлены на рис. 8.

При смещении положения «нуля» выходного сигнала на $-10\%P_{max}$ и диапазона измерения, равном 40 % P_{max} , перемычки 3-6 должны быть установлены в положения: перемычка 3 – положение 1, перемычка 4 – положение 5 или 4, перемычка 5 – положение AA, перемычка 6 – положение

ВВ. Точкам $-10\%P_{max}$ и $30\%P_{max}$ должны соответствовать значения выходного сигнала 0 и 5 мА (характеристика 3 на рис.8).

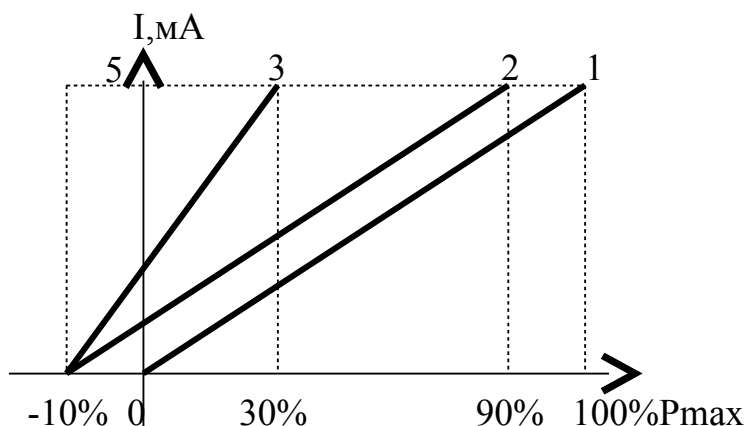


Рис.8. Градуировочные характеристики преобразователя

8.Поставить крышку на место.

9.Проверить основную погрешность преобразователя в соответствии в разделом . После перенастройки преобразователя на другой диапазон измерения с пределами, предусмотренными для данной модели, основная погрешность и вариация выходного сигнала не должны превышать значений, предусмотренных для соответствующих пределов измерения.

Задание

1. Собрать поверочную схему.
2. Убедиться в правильности выбора образцовых средств измерения.
3. Произвести опробование преобразователя.
4. Установить предел измерения преобразователя по указанию преподавателя.
5. Найти фактическое значение основной погрешности измерения Δ д и вариации Δ в.
6. Оценить пригодность прибора к применению.

Контрольные вопросы

1. Какие технологические параметры могут быть измерены с помощью преобразователя “Сапфир-22”.
2. Как выглядит поверочная схема с использованием миллиамперметра и милливольтметра.

3. Какими основной и дополнительными погрешностями обладает преобразователь «Сапфир-22ДИ».
4. Объясните правильность неравенства (1).
5. Каким образом можно произвести перенастройку преобразователя на новый диапазон измерения.
6. Каким образом можно произвести смещение «нуля» выходного сигнала преобразователя «Сапфир-22ДИ».
7. Назначение корректоров нуля и диапазона измерения.

Литература

1. Паспорт. Преобразователь измерительный Сапфир-22. Техническое описание и инструкция по эксплуатации 08919030 ТО.
2. Брусиловский Л.П., Вайнберг А.Я. АСУТП цельномолочных и молочно-консервных производств.-М.:Колос,1993.-363 с.
3. Преобразователи измерительные Сапфир-22. Методические указания по поверке МИ 333-83.

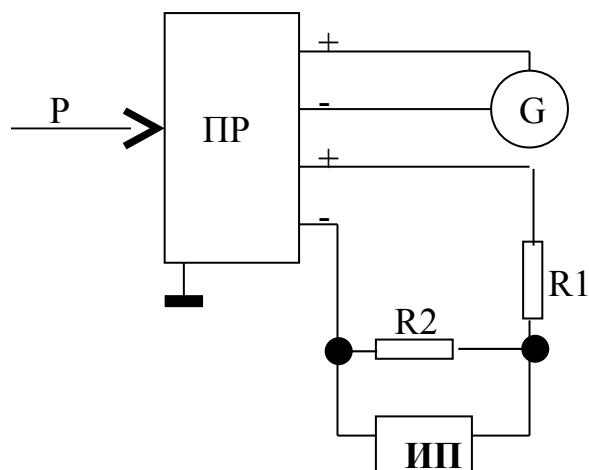


Рис.4. Схема включения преобразователя при измерении выходного сигнала по падению напряжения на образцовом сопротивлении: ПР-преобразователь, G-источник питания постоянного тока, R1-резистор, R2- образцовый резистор, ИП-милливольтметр, P-измеряемое давление.

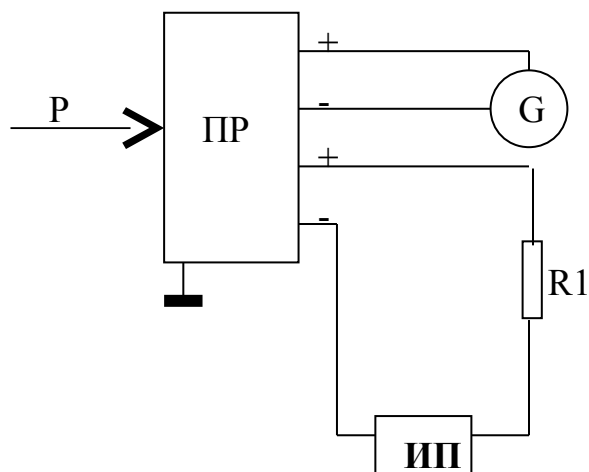


Рис.5. Схема включения преобразователя при измерении выходного сигнала в мА: ИП-миллиамперметр, остальное – то же, что и на рис.4.

Таблица 1

Ориентировочные положения перемычек и соответствующие им значения диапазона измерения и смещения «нуля» выходного сигнала преобразователя

Значение смещения «нуля» выходного сигнала, в % от наибольшего диапазона измерения модели	Положение перемычки 3 (рис.2)	Положение перемычки 4 (рис.2)					Положение перемычек 5 и 6 (рис.2) для преобразователей с возрастающей характеристикой выходного сигнала
		Значение требуемого диапазона измерений, в % от наибольшего диапазона измерения модели					
		100	63	40	25	16	
От минус 10 до плюс 7	1	6	6 или 5	5 или 4	4 или 3	3 или 2	АА и ВВ
От плюс 7 до плюс 24	2	6	6 или 5	5 или 4	4 или 3	3 или 2	
От плюс 24 до плюс 41	3	-	6 или 5	5 или 4	4 или 3	3 или 2	
От плюс 41 до плюс 58	4	-	-	5 или 4	4 или 3	3 или 2	
От плюс 58 до плюс 75	5	-	-	-	4 или 3	3 или 2	
От плюс 75 до плюс 90	6	-	-	-	-	3 или 2	
От минус 10 до минус 27	2	6	6 или 5	5 или 4	4 или 3	3 или 2	АВ и АВ
От минус 27 до минус 44	3	6	6 или 5	5 или 4	4 или 3	3 или 2	
От минус 44 до минус 61	4	6	6 или 5	5 или 4	4 или 3	3 или 2	
От минус 61 до минус 78	5	6	6 или 5	5 или 4	4 или 3	3 или 2	
От минус 78 до минус 100	6	6	6 или 5	5 или 4	4 или 3	3 или 2	

УСАЧЕВ ЮРИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ
ЗАМАРАШКИНА ВЕРОНИКА НИКОЛАЕВНА

НАСТРОЙКА И ПОВЕРКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ САПФИР-22

Методические указания по выполнению лабораторной
Работы для студентов специальностей 210200, 270300, 270500,
270800, 270900, 271100

Редактор

Корректор

Подписано к печати . Формат 60x84 1/16. Бумага газетная.

Печать офсетная. Усл.печ.л. . Печ.л. . усл.-изд.л. .

Тираж экз. Заказ N . С